

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-186109

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 B 5/02

G 0 2 B 5/02

B

B 2 9 C 55/02

B 2 9 C 55/02

G 0 2 F 1/1335

G 0 2 F 1/1335

// C 0 8 J 5/18

C 0 8 J 5/18

B 2 9 L 7:00

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平8-346132

(22) 出願日

平成 8 年(1996) 12月25日

(71) 出願人 000002093

住友化学工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜 4 丁目 5 番33号

(72) 発明者 水口 圭一

大阪府高槻市塚原 2 丁目10番 1 号 住友化学工業株式会社内

(72) 発明者 坂倉 和明

大阪府高槻市塚原 2 丁目10番 1 号 住友化学工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 久保山 隆 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 拡散フィルム、その製造方法および液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 安価でかつ容易に製造できる液晶表示装置の視角改良効果の大きいフィルムを提供する。

【解決手段】 一軸延伸された非晶性熱可塑性樹脂フィルムであって、配向方向と直交する方向にクレーズを有し、そのクレーズの平均長さ (L) が  $1 \mu\text{m}$  以上  $50 \mu\text{m}$  以下、平均幅 (D) が  $1 \mu\text{m}$  以上で、かつ幅に対する長さの比 (L/D) が 1 以上であり、透過光の色度が、 $L \cdot a \cdot b$  表色系の色座標  $b^*$  で 0 以上 6 以下であることを特徴とする拡散フィルム、およびこれを配置した液晶表示装置。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一軸延伸された非晶性熱可塑性樹脂フィルムであって、配向方向と直交する方向にクレーズを有し、そのクレーズの平均長さ（L）が $1\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下、平均幅（D）が $1\mu\text{m}$ 以上で、かつ幅に対する長さの比（L/D）が1以上であり、透過光の色度が、 $L \cdot a \cdot b$ （表色系の色座標 $b$ ）で0以上6以下であることを特徴とする拡散フィルム。

【請求項2】曇価が20%以上40%以下である請求項1記載の拡散フィルム。

【請求項3】非晶性熱可塑性樹脂を降伏応力の80%以上100%未満の応力下で30mm/秒以下の変形速度で一軸延伸することを特徴とする請求項1記載の拡散フィルムの製造方法。

【請求項4】一軸延伸がセンター法による横延伸であることを特徴とする請求項3記載の拡散フィルムの製造方法。

【請求項5】請求項1記載の拡散フィルムを上偏光板の上面または下面に配置してなる液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液晶表示装置に用いられる拡散フィルム及びその製造方法に関する。さらに、該拡散フィルムを配置して視角特性を改善した液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】薄い、軽い、低消費電力であるという特徴からワープロ、ノートパソコン、モーター等に液晶表示装置（LCD）が普及している。アクティブマトリクス駆動型LCD及び単純マトリクス駆動型LCDともに、これまでの技術改良によって、正面から見た場合にはCRTを超える画質が得られるようになってきている反面、斜め方向から見た場合のコントラスト低下や色相の変化といった視角特性はCRTと比較して十分でないため、この改良が強く望まれている。

【0003】LCDの視角改良は様々な方法で行われているが、そのなかでマイクロレンズにより正面方向の映像を全方向に広げる方法や、特開平8-292322号公報に見られるように散乱に方向依存性のある光学フィルムを用い、散乱により視角を拡大する方法がある。また、熱可塑性樹脂フィルムに向きのそろったクレーズを発生させる方法として、特開平7-146403号公報には、熱可塑性樹脂フィルムを刃に接触させて分子配向と平行方向にクレーズを発生させる方法が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、マイクロレンズを用いる方法や特開平8-292322号公報に記載の方法は、どちらのモードのLCDにも効果があるが、工業的に生産する際に高度の技術を必要とし、ま

た比較的高価になることから必ずしも十分満足できるものではない。また、特開平7-146403号公報に開示されているフィルムは、クレーズサイズが大きい斜め方向から不透明になる視角制御（マイクロレンズ型）の用途には向いているが、LCDの広視角化効果は得られない。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するために、本発明者は安価でかつ容易に製造できるLCDの視角改良効果の大きいフィルムについて鋭意検討した結果、非晶性熱可塑性樹脂を降伏応力の80%以上100%未満の応力下で30mm/秒以下の変形速度で一軸延伸することによって、配向方向と直交する方向に特定形状のクレーズを有する拡散フィルムが得られ、この拡散フィルムはLCDの視角改良効果が大きいことを見出し、本発明に至った。

## 【0006】すなわち本発明は次のとおりである。

（1）一軸延伸された非晶性熱可塑性樹脂フィルムであって、配向方向と直交する方向にクレーズを有し、そのクレーズの平均長さ（L）が $1\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下、平均幅（D）が $1\mu\text{m}$ 以上で、かつ幅に対する長さの比（L/D）が1以上であり、透過光の色度が、 $L \cdot a \cdot b$ （表色系の色座標 $b$ ）で0以上6以下であることを特徴とする拡散フィルム。

（2）非晶性熱可塑性樹脂を降伏応力の80%以上100%未満の応力下で30mm/秒以下の変形速度で一軸延伸することを特徴とする前記（1）項記載の拡散フィルムの製造方法。

（3）前記（1）項記載の拡散フィルムを上偏光板の上面または下面に配置してなる液晶表示装置。以下、本発明を詳細に説明する。

## 【0007】

【発明の実施の形態】本発明で用いられる非晶性熱可塑性樹脂フィルムとしては、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート等が挙げられるが、透明性、加工性の面からポリカーボネートが好ましい。

【0008】これらの非晶性熱可塑性樹脂フィルムは臨界応力を超える応力の作用によってクレーズが発生する。非晶性熱可塑性樹脂フィルムを一軸延伸することによって、配向方向と直交する方向にクレーズが発生する。クレーズの大きさ、形状、密度に影響する要素として延伸倍率や延伸温度、変形速度、樹脂の分子量等がある。また、フィルム作製時にフッ素や可塑剤を入れたり、紫外線照射やコロナ処理によりフィルム表面に微小な欠陥を作ることによってクレーズの発現性、大きさが変わり光学特性も変化する。

【0009】クレーズの平均長さは、高精細であるLCDの画質に悪影響を及ぼさないために $50\mu\text{m}$ 以下である必要があり、好ましくは $20\mu\text{m}$ 以下である。50 $\mu\text{m}$

mを超えると表示にさらつきを感じるようになりLCDの画質低下の原因となる。また、拡散フィルムに白色光を入射した場合、短波長である青い光が特に散乱され平均透過光が黄色くなることもある。これはクレーズの大きさが可視光の波長程度に小さい時に生じる現象であり、LCDの視認性低下の原因となり好ましくない。透過光が着色を防ぐためには、クレーズの平均長さおよび平均幅を可視光の波長に比べ十分大きくする必要があり、 $1\mu\text{m}$ 以上であれば影響は少ない。すなわち、本発明の拡散フィルムのクレーズは、その平均長さ(L)が $1\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下、クレーズの平均幅(D)が $1\mu\text{m}$ 以上であり、幅に対する長さの比(L/D)が1以上である。

【0010】クレーズは配向現象であるため、クレーズの大きさは作用する応力の大きさと時間及び温度に影響される。降伏応力の80%以上100%未満の応力下で延伸することでクレーズを発現させることができ、かつ変形速度30mm/秒以下で延伸することでクレーズが十分成長し、透過光の着色を低減することができる。具体的には延伸温度、延伸倍率、延伸速度によって延伸応力および変形速度を上記領域にコントロールする。

【0011】上記の方法によって、着色(黄色)の度合いは色度計で測定され、 $L\cdot a\cdot b$ 表色系の色座標 $b\cdot(JIS-Z8729)$ で表して、その値が6以下のフィルムが得られ、6以下であればLCDの視認性低下は許容される。

【0012】該拡散フィルムの曇価はLCDの視角改良に十分な散乱を得るために20%以上必要であるが、輝度を確保し、コントラストを低下させないために曇価は40%以下でなければならない。

【0013】本発明の拡散フィルムは、延伸により製造できるため、均質で大面积を容易に得ることができ、延伸方法はロール間延伸法、テンター法などいづれの方法でも可能である。テンター法による横延伸する方法が大きな力を連続して安定的に与えることができるため適しており、均質性にも優れている。例えば、15インチモニターサイズ相当である $30\text{cm}\cdot 25\text{cm}$ でテンファクトした場合、面内の曇価のばらつきは±2%以内の均質性で得られる。 $b$ についても±0.5以内の均質性で得られる。本発明において、クレーズの長さおよび幅、色度、曇価は、 $30\text{cm}\cdot 25\text{cm}$ の拡散フィルムの4隅と中心の5点についての平均値である。

【0014】本発明の拡散フィルムを上偏光板の上面または下面に配置することによって、液晶表示装置の視角改良することができる。拡散フィルムを上偏光板の上面に配置して用いる場合、拡散フィルムの表面に付加機能を付与することもできる。例えば、最表面となる拡散フィルムの表面に傷つき防止のための透明な保護フィルムを貼合したり、傷つき防止のためのハードコート層を設けることができる。また、外光の反射を防止するために

表面に微細な凹凸を形成し外光を乱反射させるアンチグレア層や、誘電体薄膜の多層膜からなる反射防止層を形成することもできる。さらに、反射防止層を形成した透明な保護フィルムを貼合したり、ハードコート層上に反射防止層を形成したりすることもできる。また、本発明の拡散フィルムがレターゲージ値が発現していない場合や発現していても配向方向を上偏光板の吸収軸と平行もしくは直交するように配置する場合に上偏光板の下面に配置が可能であり、拡散フィルムによる外光の乱反射を低減できる。

#### 【0015】

【発明の効果】本発明によれば、拡散フィルムを工業的に容易に製造することができ、該フィルムを配置することにより液晶表示装置の視角を改善することができる。

#### 【0016】

【実施例】以下、実施例によって詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。なお、評価は次の方法で行った。下記の(1)クレーズの長さおよび幅、(2)色度、(3)曇価は、15インチモニターサイズ相当である $30\text{cm}\cdot 25\text{cm}$ の拡散フィルムの4隅と中心の5点について測定し、その平均値で表示した。

(1) 拡散フィルムのクレーズの長さおよび幅( $\mu\text{m}$ )：光学顕微鏡(OPTIPHOT2-POL-NAIKON社製)を用い、測定点において、400倍の倍率で $100\mu\text{m}\cdot 100\mu\text{m}$ の範囲を観察し、5測定点の平均値で表示した。

(2) 拡散フィルムの色度：島津自記分光光度計(UV-2200(株)島津製作所製)を用いて測定し、 $L\cdot a\cdot b$ 表色系(JIS-Z8729)で表した。

(3) 拡散フィルムの曇価：ハイブマスター(直読・ノンビビューター・スガ試験器社製)を用いて測定した。

(4) LCDの視角改良効果の確認：STNタイプのLCD(コントラストは正面17、8、上40°1、87、下40°0、93であり、正面での白表示の色度はXYZ表色系で $(x, y) = (0.29191, 0.31655)$ )を使用して行った。

(5) LCDの輝度および色度の測定：瞬間マルチ測光システム(MCPD2000-大塚電子(株)製)により求めた。

#### 【0017】実施例1

溶剤キャスト法によって得られた厚みが $140\mu\text{m}$ のポリカーボネートフィルムを、テンター法により変形速度25mm/秒で $168^\circ\text{C}$ で3.0倍に一軸延伸した。クレーズの平均長さ $7\mu\text{m}$ 、平均幅 $1\mu\text{m}$ 、曇価30%の拡散フィルムが得られた。色度は $L\cdot 84.36$ 、 $a\cdot 0.12$ 、 $b\cdot 2.96$ であった。該フィルムを配向方法がLCDの上方向になるように上偏光板の上面に配置し、正面および上下40°方向のコントラスト

上および白表示における正面輝度の低下と色度の変化を測定した結果、白表示における正面輝度は未使用時の68.8、8%、コントラストは正面18.1、上4.6、下3.9であり視角改良効果があった。白表示の色度は $(x, y) = (0.29787, 0.31819)$ であり視認性に問題はなかった。

#### 【0018】実施例2

溶剤キャスティング法によって得られた厚みが70 $\mu$ mのポリメチルメタクリレートフィルムを、テンター法により80℃で12mm/秒で2.0倍に一軸延伸した。クレーズの平均長さ20 $\mu$ m、平均幅1 $\mu$ m、曇価25%の拡散フィルムが得られた。色度L・77.5、a・0.20、b・0.75であった。該フィルムを配向方法がLCDの上下方向になるように上偏光板の下面に配置し、正面および上下40°方向のコントラストおよび白表示における正面輝度の低下と色度の変化を測定した結果、白表示における正面輝度は未使用時の74.5%、コントラストは正面13.8、上3.2、下3.1であり視角改良効果があった。白表示の色度は $(x, y) = (0.29523, 0.31712)$ であり視認性に問題はなかった。

#### 【0019】比較例1

溶剤キャスティング法によって得られた厚みが140 $\mu$ mのポリカーボネートフィルムを、テンター法により変形速度46mm/秒で163℃で2.5倍に一軸延伸し

た。クレーズの平均長さ15 $\mu$ m、平均幅0.5 $\mu$ m、曇価23%の拡散フィルムが得られた。色度L・84.83、a・0.03、b・8.73であった。該フィルムを実施例1と同様に配置し、正面および上下40°方向のコントラストを測定した結果、白表示における正面輝度は未使用時の75.8%、コントラストは正面13.8、上3.2、下2.1であり視角改良効果があった。白表示の色度は $(x, y) = (0.30956, 0.32959)$ であり黄色みをおび問題であった。

#### 【0020】比較例2

溶剤キャスティング法によって得られた厚みが140 $\mu$ mのポリカーボネートフィルムを、テンターにより室温で1.01倍になるように引っ張り、横方向に張力を与えた状態でエタノールと接触させた。クレーズの平均長さ1.1mm、平均幅10 $\mu$ m、曇価4%のフィルムが得られた。色度L・95.8、a・-0.18、b・0.52であった。該フィルムを実施例1と同様に配置し、正面および上下40°方向のコントラストを測定した結果、白表示における正面輝度は未使用時の95.1%、コントラストは正面17.9、上1.9、下0.9であり視角改良効果は見られなかった。白表示の色度は $(x, y) = (0.29505, 0.31685)$ であり問題なかった。

#### 【0021】

【表1】

	正面			上40°方向			下40°方向		
	白輝度	黒輝度	CR	白輝度	黒輝度	CR	白輝度	黒輝度	CR
未使用	100	5.6	17.9	4.3	2.3	1.9	3.1	3.3	0.9
実施例1	68.8	3.8	18.1	12.4	2.7	4.6	11.6	3.0	3.9
実施例2	74.5	5.4	13.8	10.0	3.1	3.2	8.5	2.7	3.1
比較例1	75.8	5.5	13.8	8.0	2.5	3.2	7.5	3.5	2.1
比較例2	95.1	5.3	17.9	4.1	2.2	1.9	2.9	3.1	0.9

CR：コントラスト

輝度：拡散フィルム未使用時の正面白表示の輝度を100とした相対強度

#### 【0022】

【表2】

	色度( $x$ , $y$ )
未使用	0.29491 , 0.31655
実施例1	0.29787 , 0.31819
実施例2	0.29523 , 0.31712
比較例1	0.30956 , 0.32959
比較例2	0.29505 , 0.31685

【図面の簡単な説明】

【図1】 拡散フィルムをSTN型LCDの上偏光板の上

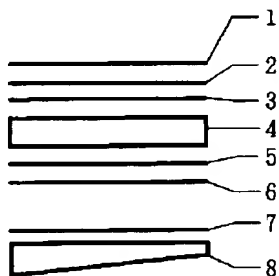
面に配置した場合の断面図。

【図2】 拡散フィルムをSTN型LCDの上偏光板の下面に配置した場合の断面図。

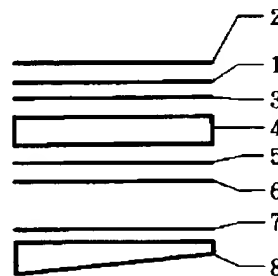
【符号の説明】

- 1 拡散フィルム
- 2 上偏光板
- 3 上位相差板
- 4 STN-LCDパネル
- 5 下位相差板
- 6 下偏光板
- 7 集光レンズシート
- 8 バックライトシステム

【図1】



【図2】



(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: 186109/1998

(43) Date of Publication of Application: July 14, 1998

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> :

G 02 B 5/02

B 29 C 55/02

G 02 F 1/1335

//C 08 J 5/18

B 29 L 7/00

Identification Number:

Intraoffice Reference Number:

FI

G 02 B 5/02

B

B 29 C 55/02

G 02 F 1/1335

C 08 J 5/18

Request for Examination: not made

Number of Claims: 5 OL (5 pages in total)

(21) Application Number Hei-8-346132

(22) Application Date: December 25, 1996

(71) Applicants: 000002093

Sumitomo Chemical Industry Co., Ltd.

4-5-33, Kitahama, Chuo-ku,

Osaka-shi, Osaka-fu

- (72) Inventors: MIZUGUCHI Keiichi, SAKAKURA Kazuaki  
c/o Sumitomo Chemical Industry Co., Ltd.  
2-10-1, Tsukahara, Takatsuki-shi,  
Osaka-fu
- (74) Agent: Patent Attorney, KUBOYAMA Takashi (other 1)

(54) Title:

DIFFUSION FILM, MANUFACTURING METHOD FOR IT AND LIQUID  
CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57) Abstract

[Problem] To provide a film having a large effect of improving a visual angle to a liquid crystal display device, which can be inexpensively and easily manufactured.

[Means for Resolution] This diffusion film is a uniaxially oriented amorphous thermoplastic resin film, characterized in that it has craze in the direction intersecting perpendicularly to the oriented direction so that the average length  $L$  of the craze is from  $1\text{ }\mu\text{m}$  to  $50\text{ }\mu\text{m}$  both inclusive, the average width  $D$  is  $1\text{ }\mu\text{m}$  or more, and the ratio ( $L/D$ ) of the length to the width is 1 or more, and the chromaticity of transmitted light is from 0 to 6 both inclusive when the color coordinates in  $L'a'b'$  color specification system is  $b'$ . The diffusion film

is disposed in the liquid crystal display device.

Claims:

1. A diffusion film, which is a uniaxially oriented amorphous thermoplastic resin film, wherein the film has a craze in the direction intersecting perpendicularly to the oriented direction so that the average length (L) of the craze is from 1  $\mu\text{m}$  to 50  $\mu\text{m}$  both inclusive, the average width D is 1  $\mu\text{m}$  or more, and the ratio (L/D) of the length to the width is 1 or more, and the chromaticity of transmitted light is from 0 to 6 both inclusive when the color coordinates in L'a'b' display system is b'.

2. The diffusion film according to claim 1, wherein the haze value is from 20% to 40% both inclusive.

3. A manufacturing method for the diffusion film as claimed in claim 1, wherein amorphous thermoplastic resin is uniaxially drawn at a deformation speed of 30 mm/second or lower under the stress of 80% or higher and under 100% of the yield strength.

4. The manufacturing method for the diffusion film according to claim 3, wherein uniaxial drawing is lateral drawing using a tenter method.

5. A liquid crystal display device, wherein the diffusion film as claimed in claim 1 is disposed on the upper surface or the lower surface of an upper sheet polarizer.



Detailed Description of the Invention:

[0001]

[Technical Field to which the Invention Belongs]

This invention relates to a diffusion film used in a liquid crystal display device and a manufacturing method for it. Further the invention relates to a liquid crystal display device improved in visual angle characteristic by disposing the diffusion film.

[0002]

[Prior Art]

A liquid crystal display device (LCD) has been widely applied to a word processor, a notebook-sized personal computer, a monitor and the like, because it is thin, light and low power consumption. Both the active matrix drive type LCD and simple matrix drive type LCD have been technically improved heretofore to attain image quality superior to that of CRT in the case of being seen from the front. On the other hand, however, in the case of being seen obliquely, the visual angle characteristics such as lowering of contrast and change of hue are insufficient as compared with those of CRT, so the improvement on this point has strongly demanded.

[0003]

The improvement on visual angle of the LCD has been performed in various methods, and as the methods, cited are a method in which an image in the frontal direction is expanded

in all directions by a micro-lens, a method in which as disclosed in JP-A-8-292322, an optical film having directional dependency is used for scattering to enlarge the visual angle by scattering. Further, as a method for generating crazes uniformly oriented in a thermoplastic resin film, JP-A-7-146403 discloses a method in which a thermoplastic resin film is brought into contact with a blade to generate crazes parallel to the molecular orientation.

[0004]

[Problems that the Invention is to Solve]

Although the method using the microlens and the method described in JP-A-8-292322 are effective in any mode of LCD, high-grade technology has been required in industrial production, and it costs relatively high, so these methods are not always satisfactory. The film disclosed in JP-A-7-146403 is suitable for use in the visual angle control (privacy filter) in which it becomes opaque in the oblique direction because of its large craze size, but it will not produce the effect of widening the visual angle of the LCD.

[0005]

[Means for Solving the Problem]

In order to solve the problems, the inventors of the invention have earnestly examined on a film, which can be manufactured inexpensively and easily and has a large effect of improving the visual angle of the LCD, to find that amorphous

thermoplastic resin is uniaxially drawn at a deformation speed of 30 mm/second or lower under the stress of 80% or higher and under 100% of the yield strength to obtain a diffusion film having crazes of a specified shape in the direction intersecting perpendicularly to the oriented direction, and the diffusion film has a large effect of improving the visual angle of LCD. Thus, the inventors have made the invention.

[0006]

That is, the invention is as follows.

(1) A diffusion film, which is a uniaxially oriented amorphous thermoplastic resin film, is characterized in that the film has a craze in the direction intersecting perpendicularly to the oriented direction so that the average length (L) of the craze is from 1  $\mu\text{m}$  to 50  $\mu\text{m}$  both inclusive, the average width D is 1  $\mu\text{m}$  or more, and the ratio (L/D) of the length to the width is 1 or more, and the chromaticity of transmitted light is from 0 to 6 both inclusive when the color coordinates in L'a'b' display system is b'.

(2) A manufacturing method for a diffusion film as claimed in claim 1, is characterized in that amorphous thermoplastic resin is uniaxially drawn at a deformation speed of 30 mm/second or lower under the stress of 80% or higher and under 100% of the yield strength.

(3) A liquid crystal display device is so constructed that the diffusion film as claimed in claim 1 is disposed on

the upper surface or lower surface of an upper sheet polarizer.  
The invention will now be described in detail.

[0007]

[Mode for Carrying Out the Invention]

As the amorphous thermoplastic resin film used in the invention, cited are polycarbonate, polyarylate, polystyrene, polymethyl methacrylate and the like, but polycarbonate is preferable in respect of transparency and workability.

[0008]

In these amorphous thermoplastic resin films, craze is generated by the action of stress exceeding the critical stress. The craze is generated in the direction intersecting perpendicularly to the oriented direction by uniaxially drawing the amorphous thermoplastic resin film. As elements exerting an influence on the size, shape and density of the craze, cited are drawing magnification, drawing temperature, deformation speed, a molecular weight of resin and the like. In manufacturing the film, when micro-defects are made in the film surface by adding a filler or plasticizer, or performing ultraviolet irradiation or corona treatment, the manifestation and size of the craze change so that the optical characteristics also change.

[0009]

The average length of the craze should be 50  $\mu\text{m}$  or less not to exert a bad effect upon the image quality of high precise

LCD, and preferably 20  $\mu\text{m}$  or less. When it exceeds 50  $\mu\text{m}$ , a rough surface is found in a display, which causes lowering of image quality of the LCD. In the case where white light enters a diffusion film, blue light with a short wavelength particularly is scattered so that parallel transmitted light sometimes becomes yellow. This is a phenomenon caused when the size of the craze is small equally to the wavelength of visible light, which causes lowering of visibility of the LCD. That is not preferable. In order to prevent coloration of the transmitted light, the average length and average width of the craze should be enough larger than the wavelength of the visible light. If 1  $\mu\text{m}$  or larger, there is little influence. That is, the craze of the diffusion film of the invention is such that the average length  $L$  is from 1  $\mu\text{m}$  to 50  $\mu\text{m}$  both inclusive, the average width  $D$  is 1  $\mu\text{m}$  or more, and the ratio ( $L/D$ ) of the length to the width is 1 or more.

[0010]

Since the craze is an orientation phenomenon, the size of the craze is influenced by the magnitude and time of applied stress and the temperature. The craze can be manifested by drawing under the stress from 80% or more under 100% of the yield stress, and the craze can be enough grown by drawing at the deformation speed of 30 mm/second or less so as to enough reduce coloration of transmitted light. To be concrete, the drawing stress and deformation speed are controlled to the

above region by the drawing temperature, drawing magnification and drawing speed.

[0011]

By the above method, the degree of coloration (yellow) is measured by a color meter, and when it is expressed by color coordinates  $b'$  (JIS · Z8729) of the  $L'a'b'$  color specification system, a film with the value of 6 or less is obtained. If the value is 6 or less, lowering of visibility of the LCD is allowable.

[0012]

As for the haze of the diffusion film, although 20% or more is needed to obtain satisfactory scattering for improving the visual angle of the LCD, the haze should be 40% or less to secure the luminance and not to lower the contrast.

[0013]

Since the diffusion film of the invention can be manufactured by drawing, a homogeneous and large area can be easily obtained. As the drawing method, both the roll-to-roll drawing method and the tenter method can be adopted. Since the lateral drawing method using the tenter method can apply large force continuously and stably, it is suitable, and it has excellent homogeneity. For example, in the case of cutting the film with a tip to 30 cm × 25 cm corresponding to the 15 inch monitor size, the homogeneity can be obtained with the in-plane haze varied within  $\pm 2\%$ . As for  $b'$ , the homogeneity

can be obtained within  $\pm 2$ . In the invention, the length and width of the craze, chromaticity and haze are respectively the average values from measurements on four corners and the center of the diffusion film of 30 cm  $\times$  25 cm.

[0014]

The visual angle of the liquid crystal display device can be improved by disposing the diffusion film of the invention on the upper surface or the lower surface of an upper sheet polarizer. In the case where the diffusion film is disposed on the upper surface of the upper polarizer and used, an additional function can be given to the surface of the diffusion film. For example, a transparent protective film for preventing damage may be stuck to the surface of the diffusion film as the outermost surface, or a hard coat layer for preventing damage may be provided thereon. Further, in order to prevent reflection of external light, it is also possible to form an antiglare layer where fine projecting and recessed parts are formed to cause irregular reflection of external light, or an antireflection layer formed by a multiplayer film of a dielectric thin film. Further, it is also possible to stick a transparent protective film where an antireflection layer is formed or form an antireflection layer on the hard coat layer. In the case where the diffusion film of the invention does not manifest the retardation value, or even if so, the diffusion film is disposed with the orientation

direction parallel to the absorption axis of the upper sheet polarizer or intersecting perpendicularly thereto, the diffusion film can be disposed on the lower surface of the upper polarizer, and irregular reflection of external light caused by the diffusion film can be reduced.

[0015]

[Advantage of the Invention]

According to the invention, the diffusion film can be easily industrially manufactured, and the visual angle of the liquid crystal display device can be improved by disposing the film.

[0016]

[Embodiments]

The invention will now be described in detail by embodiments, but the invention is not limited to these. The evaluation is performed by the following methods. The following (1) length and width of the craze, (2) chromaticity and (3) haze have been measured on the four corners and the center, five points in total of a diffusion film 30 cm x 25 cm corresponding to the 15 inch monitor size, and shown by the average value.

(1) The length and width ( $\mu\text{m}$ ) of the craze of the diffusion film: With an optical microscope (OPTIPHOT2-POL, manufactured by Nikon), a range of  $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$  is observed at the measurement points at the magnification of 400, and the length



and width are shown by the average value from measurements on the five points.

(2) The chromaticity of the diffusion film: With Shimazu self-registering spectrophotometer (UV-2200, manufactured by Shimazu Corporation), the chromaticity is measured, and shown by L'a'b' color specification system (JIS Z8729).

(3) Haze of Diffusion Film: With the haze meter (direct-reading haze computer, manufactured by Suga Tester Corporation), the haze is measured.

(4) Confirmation on the visual angle improvement effect of LCD: With LCD of STN type (the contrast is 17.8 on front, 1.8 at 40° on upper side, and 0.93 at 40° on lower side, and the chromaticity of white display on the front is  $(x,y) = (0.29491, 0.31655)$  in XYZ color specification system), the confirmation is performed.

(5) Measurement of luminance and chromaticity of LCD: With an instantaneous multi-photometry system (MCPD 2000, manufactured by Otsuka Denshi Co. Ltd.), the luminance and chromaticity are obtained.

[0017]

#### Embodiment 1

A polycarbonate film 140  $\mu\text{m}$  thick obtained by a solvent casting process is uniaxially drawn to be trebled at the deformation speed of 25 mm/second at 168 °C by the tenter method. Thus, a diffusion film having the craze with the average length

of 7  $\mu\text{m}$  and the average width of 1  $\mu\text{m}$ , and the haze of 30% is obtained. The chromaticity is  $L^*84.36$ ,  $a^*0.12$ ,  $b^*2.96$ . The film is disposed on the upper surface of the upper sheet polarizer so that the orientation is in the vertical direction of the LCD, and concerning the front and directions of  $40^\circ$  on upper and lower sides, the contrast and lowering of front luminance and change of chromaticity in white display are measured. The results are that the front luminance in white display is 68.8% of that in its unused state, the contrast is 18.1 on the front, 4.6 on the upper side and 3.9 on the lower side, from which an effect of improving the visual angle is found. The chromaticity of white display is  $(x, y) = (0.29787, 0.31819)$ , so it is found that no problem is caused in visibility.

[0018]

#### Embodiment 2

A polymethacrylate film 70  $\mu\text{m}$  thick obtained by a solvent casting process is uniaxially drawn to be doubled at the speed of 12 mm/second at  $80^\circ\text{C}$  by the tenter method. Thus, a diffusion film having the craze with the average length of 20  $\mu\text{m}$  and the average width of 1  $\mu\text{m}$ , and the haze of 25% is obtained. The chromaticity is  $L^*77.5$ ,  $a^*0.20$ ,  $b^*0.75$ . The film is disposed on the lower surface of the upper sheet polarizer so that the orientation is in the vertical direction of the LCD, and concerning the front and directions of  $40^\circ$  on upper and lower

sides, the contrast and lowering of front luminance and change of chromaticity in white display are measured. The results are that the front luminance in white display is 74.5% of that in its unused state, the contrast is 13.8 on the front, 3.2 on the upper side and 3.1 on the lower side, from which an effect of improving the visual angle is found. The chromaticity of white display is  $(x, y) = (0.29523, 0.31712)$ , so it is found that no problem in visibility.

[0019]

#### Comparative Example 1

A polycarbonate film 140  $\mu\text{m}$  thick obtained by a solvent casting process is uniaxially drawn to be 2.5 times at the deformation speed of 46 mm/second at 163 °C by the tenter method. Thus, a diffusion film having the craze with the average length of 15  $\mu\text{m}$  and the average width of 0.5  $\mu\text{m}$ , and the haze of 25% is obtained. The chromaticity is  $L^*84.83, a^*0.03, b^*8.73$ . The film is disposed similarly to the embodiment 1, and concerning the front and directions of 40° on upper and lower sides, the contrast is measured. The results are that the front luminance in white display is 75.8% of that in its unused state, and the contrast is 13.8 on the front, 3.2 on the upper side and 2.1 on the lower side, from which an effect of improving the visual angle is found. The chromaticity of white display is  $(x, y) = (0.30956, 0.32959)$ , so encountered is the problem that yellowing is caused.

[0020]

Comparative Example 2

A polycarbonate film 140  $\mu\text{m}$  thick obtained by a solvent casting process is pulled to be 1.01 times at room temperature by the tenter, and brought into contact with ethanol while tension is applied thereto in the lateral direction. Thus, a film having the craze with the average length of 1.1 mm and the average width of 10  $\mu\text{m}$ , and the haze of 4% is obtained. The chromaticity is  $L^*95.8$ ,  $a^*-0.18$ ,  $b^*0.52$ . The film is disposed similarly to the embodiment 1, and concerning the front and directions of  $40^\circ$  on upper and lower sides, the contrast is measured. The results are that the front luminance in white display is 95.1% of that in its unused state, the contrast is 17.9 on the front, 1.9 on the upper side and 0.9 on the lower side, from which an effect of improving the visual angle is not found. The chromaticity of white display is  $(x, y) = (0.29505, 0.31685)$ , so it is found that no problem is caused in visibility.

[0021]

Table 1

	front			Upper 40°			Lower 40°		
	White lumin ance	black lumin ance	CR	White lumin ance	Black lumin ance	CR	White lumin ance	Black lumin ance	CR
unused	100	5.6	17.9	4.3	2.3	1.9	3.1	3.3	0.9
Embodi ment1	68.8	3.8	18.1	12.4	2.7	4.6	11.6	3.0	3.9
Embodi ment2	74.5	5.4	13.8	10.0	3.1	3.2	8.5	2.7	3.1
Com.	75.8	5.5	13.8	8.0	2.5	3.2	7.5	3.5	2.1
Ex. 1	95.1	5.3	17.9	4.1	2.2	1.9	2.9	3.1	0.9
Com. Ex. 2									

CR: Contrast

Luminance: Relative intensity taking the luminance of front white display as 100 when the diffusion film is unused.

[0022]

Table 2

	Chromaticity (x,y)
unused	0.29491, 0.31655
Embodiment 1	0.29787, 0.31819
Embodiment 2	0.29523, 0.31712
Comparative ex. 1	0.30956, 0.32959
Comparative ex. 2	0.29505, 0.31685

Brief Description of the Drawings:

Fig. 1 is a sectional view showing the case where a diffusion film is disposed on the upper surface of an upper sheet polarizer of STN type LCD; and

Fig. 2 is a sectional view showing the case where a diffusion film is disposed on the lower surface of an upper sheet polarizer of STN type LCD.

[Description of the Reference Numerals and Signs]

- 1: diffusion film
- 2: upper sheet polarizer
- 3: upper phase plate
- 4: STN-LCD panel
- 5: lower phase plate
- 6: lower sheet polarizer
- 7: condenser lens sheet
- 8: backlight system